

*Яременко Євгеній Анатолійович, студент,*

*НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського, м. Київ*

*Олійник Володимир Валентинович, кандидат технічних наук, доцент*

*НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського, м. Київ*

*Кафедра технічної кібернетики, доцент*

## **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ЗАДАЧАХ НАВІГАЦІЇ НА МІСЦЕВОСТІ**

### **Вступ**

Сучасний стан суспільства, що зокрема характеризується ростом агломерації та глобалізації суспільства, часто призводить до збільшення відстані між домом та роботою або улюбленим місцем для відпочинку. Це змушує людину використовувати новітні та все точніші засоби для орієнтації в місті.

Найбільш поширеним засобом для навігації на місцевості на даний момент є GPS навігатор [1], що інтегрований практично в кожен кишеньковий гаджет. Однак існують ситуації, при яких якість(точність) позиціонування цих систем недостатня. В залежності від виробника та моделі смартфона, його вбудований GPS модуль може визначати позицію з похибкою від 5м до 50м [2] [3], що часто недостатньо, наприклад, рухаючись по вузьких вуличках європейського містечка, в якому відстань між вуличками може сягати 4-5 м. Звичайно, послідовність вимірювань, дозволяє підвищити точність навігацію, однак і цього не завжди достатньо.

З іншого боку, зростання потужності сучасних мобільних девайсів разом із удосконаленням їх периферійних пристроїв, зокрема камери, дозволяють все активніше застосовувати технології доповненої реальності в різних практичних задачах, зокрема й для навігації. Це дозволяє, по-перше, якісно підвищити задоволеність користувача, надаючи додаткові можливості, наприклад, підказки до навколишніх об'єктів та маршруту, по-друге, підвищити точність навігації за рахунок інформації з камери.

Тому задача створення нових більш точних та функціональних методів навігації залишається актуальною.

## Навігатори з використанням доповненої реальності

До недавніх часів технологія доповненої реальності в мобільних додатках була слабо розвиненою та включала в себе функціональні можливості переважно для розваг. Однак стрімкого росту ця технологія зазнала в другій половині 2017 року, коли одразу на двох найпопулярніших мобільних платформах - Android та iOS - виходять у вільний доступ інструменти ARCore [4] та ARKit [5] відповідно. Саме ці два фреймворки дозволили широкому колу розробників створювати програмні продукти, тісно пов'язані з технологіями доповненої реальності.

Разом зі значним підвищенням обчислювальної потужності смартфонів, ці технологічні рішення дали змогу реалізувати ряд амбіційних ідей щодо використання кишенькових гаджетів у повсякденних задачах та розваг [6]. Серед них можна виділити розпізнавання горизонтальних та вертикальних поверхонь, маркерне розпізнавання, розпізнавання обличь, точне обчислення результатів з акселерометра та гіроскопа [7], здатність синхронізації одного простору розпізнаних поверхонь на декілька пристроїв [8].

Внаслідок випуску технологій ARKit та ARCore в вільний доступ, поширеною стала розробка так званих “AR навігаторів” [6]. Їх основна ідея полягає у накладанні маршруту до потрібної точки на зображення з камери, при цьому з’являється враження, ніби лінія лежить прямо на поверхні землі та вказує на напрямок руху.

Маршрут в даному випадку являє собою ланцюг GPS координат від стартової до кінцевої точки [9]. Кожна ланка відображає координати місця зміни напрямку (наприклад, поворот на іншу вулицю).

Візуалізація маршруту проводиться у вигляді об’ємної полілінії. Всі точки маршруту трансформуються в локальну систему координат з методу. Таким чином маршрут займає те місце, де мав би бути прокладеним у реальному світі.

Очевидно, що такий вид навігаторів потребує високої точності позиціонування та орієнтації на місцевості, а використання лише компаса з його великою похибкою не дасть бажаного результату. Для подолання похибок у відображенні AR маршруту на зображення реального світу можливі два підходи:

1. Використовувати мануальне налаштування карти, тобто дозволити користувачу самому трохи перетягнути і повернути утворену візуалізацію маршруту так, щоб вона стала на своє місце. Такий метод найлегший у реалізації та використовується в поширеному додатку AR навігації – ARCity [10];
2. Реалізовувати гібридні алгоритми, що обчислюють більш точну позицію користувача, приймаючи на вхід не тільки GPS координати та поворот компаса, а і значення локальних зміщень девайсу в просторі.

Другий підхід до створення AR навігаторів потребує високої точності позиціонування пристрою в просторі, тобто точних показань зміщення та повороту. До 2017 року відсутність, або незадовільна якість програмних засобів для конвертації показників гіроскопа та акселерометра в потрібні дані унеможлиблювала виконання описаних цілей.

Саме з появою технологій ARKit та ARCore, що дозволяють не лише знімати покази з гіроскопа та акселерометра, а й корегувати значення локальних зміщень вирівнюванням щодо горизонтальних поверхонь, розпізнаних за допомогою камери, з'являються всі передумови для реалізації високоточного AR позиціонування.

Тим не менше все ще актуальною являється проблема розробки ефективних методів визначення позиції користувача в просторі на основі інформації зі всіх сенсорних систем девайсу, включаючи камеру.

На сьогодні розроблено декілька таких алгоритмів. Хоча всі вони обчислюють кінцеву позицію користувача виходячи з значень GPS та локальних зміщень девайсу, кожен має певні принципові відмінності, переваги і недоліки. Одним з найпоширеніших способів AR позиціонування є метод, реалізований у фреймворку Mapbox [11], що забезпечує плавний перехід між позиціями користувача та зменшує вплив похибки показань компасу, корегуючи її на основі даних з GPS. Однак, у випадку значних відхилень GPS координат від реальних, такий алгоритм може значно спотворювати результат. Алгоритмів доповненої

реальності при цьому застосовуються в калібруванні системи при кожному запуску AR навігації.

### **Переваги і недоліки AR навігаторів**

Існує кілька безперечних аргументів на користь використання AR навігаторів у даній галузі. По-перше, точність таких систем вища за стандартну GPS навігацію при наявності руху девайса. Це дозволить відображати водію достовірні вказівки про напрямок руху включно до зміщення по полосам дороги. По-друге, використовуючи стандартні 2d карти, користувач має відволікатись від дороги і переводити очі на екран смартфона. При застосуванні концепції доповненої реальності, водій ніколи не втрачає дорогу з виду, тим самим зберігає максимальний контроль за автомобілем.

При цьому існуючі алгоритми доповненої реальності мають і серйозні обмеження. Так, оскільки доповнена реальність використовує камеру та розпізнавання об'єктів з відео, вона не може бути застосована при незадовільних умовах навколишнього середовища: низька освітленість, погані погодні умови, часткова видимість, перекриття або швидка зміна об'єктів розпізнавання.

Також суттєвим обмеженням технології є неможливість мобільних додатків для навігації розпізнавати висоту користувача над рівнем землі та розміщення користувача в будівлі. Таким чином, поки-що неможливо застосовувати описану концепцію в замкненому приміщенні, тим більше, в багатоповерхівці.

Для покращення точності позиціонування важливим є інтегрування в мобільні пристрої новітніх GPS модулів, здатних визначати координати з похибкою лише 30 см. А для алгоритмів доповненої реальності – подальше удосконалення відповідних методів розпізнавання, накладання маркерів на відео та ін. При навігації на великій швидкості для підвищення якості розпізнавання об'єктів на відео в алгоритмах доповненої реальності перспективним виглядає також інтеграція трекерів об'єктів [12].

## Висновки

Проаналізувавши недоліки та переваги сучасних технологій доповненої реальності, можна стверджувати, що вже зараз є всі передумови для переходу стандартних 2D навігаторів на AR навігатори в деяких сферах діяльності людини. Зокрема, найкращим прикладом є автомобільний навігатор. Новітні системи будуть не тільки точнішими і більш функціональними за попередників, а ще і безпечнішими у використанні.

З стрімким ростом технологій доповненої реальності, зокрема технологій розпізнавання, можна говорити про те, що вже в найближчі роки AR навігатори будуть “читати” знаки на дорозі та повідомляти водія про перешкоди. Що стосується навігаційних систем для туристів, доповнена реальність дозволить реалізовувати додатки для розпізнавання історичних пам’яток та інших унікальних архітектурних рішень без необхідності пошуку місця на карті.

## Література

1. «GPS navigation,» [Онлайновий]. Доступ: [https://en.wikipedia.org/wiki/GPS\\_navigation\\_device](https://en.wikipedia.org/wiki/GPS_navigation_device).
2. «Точность определения координат GPS,» 2017. [Онлайновий]. Доступ: <http://helpform.ru/544777>.
3. «Точность определения координат в GPS-навигации и причины ошибок GPS,» [Онлайновий]. Доступ: <https://survival.com.ua/tochnost-opredeleniya-koordinat-gps-navigatsii-prichinyi-oshibok-gps/>.
4. «ARCore - дополнительная реальность в Android,» [Онлайновий]. Доступ: <https://habr.com/company/google/blog/336728/>.
5. «Что такое Apple ARKit и с чем его едят?,» [Онлайновий]. Доступ: <https://www.notebookcheck-ru.com/CHto-takoe-Apple-ARKit-i-s-chem-ego-edjat.249888.0.html>.
6. «World-scale AR navigation with ODG wearables,» [Онлайновий]. Доступ: <https://blog.mapbox.com/world-scale-ar-navigation-with-odg-wearables-b344d0b17afc>.
7. «Что такое гироскоп в смартфоне и как он работает,» [Онлайновий]. Доступ: <https://mobcompany.info/interesting/chto-takoe-giroskop-v-smartfone-i-kak-on-rabotaet.html>.
8. «Что нового в ARKit 2,» [Онлайновий]. Доступ: <https://habr.com/company/funcorp/blog/415277/>.
9. «Directions,» [Онлайновий]. Доступ: <https://www.mapbox.com/help/how-directions-work/>.
10. «Welcome to AR City,» [Онлайновий]. Доступ: <https://www.blippar.com/blog/2017/11/06/welcome-ar-city-future-maps-and-navigation>.

11. «World-scale AR,» [Онлайновий]. Доступ: <https://www.mapbox.com/unity-sdk/maps/examples/world-scale-ar/>.
12. О. В. Пантелеев А.С., «Метод визуального мультитрекинга в реальном времени на основе корреляционных фильтров,» *Міжсвідомчий науково-технічний збірник "Адаптивні системи Автоматичного Управління", К: Політехніка Т.1, №32, 2018.*
13. «MSQRD,» [Онлайновий]. Доступ: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MSQRD>.
14. «15 Cool Augmented Reality Advertising Campaigns,» [Онлайновий]. Доступ: <https://vttblog.com/2018/01/08/augmented-reality-urban-data-and-the-related-opportunities/>.
15. «Top Tutorials To Learn Vuforia To Develop AR Applications,» [Онлайновий]. Доступ: <https://medium.com/quick-code/top-tutorials-to-learn-vuforia-to-develop-ar-applications-274eedc2b18f>.
16. «Pokemon Go AR,» [Онлайновий]. Доступ: <https://support.pokemongo.nianticlabs.com/hc/en-us/articles/115015868188-Catching-Pokémon-in-AR-mode>.
17. «Plane Detection via WikitudeSDK,» [Онлайновий]. Доступ: [https://next.reality.news/news/mobile-ar-apps-can-now-track-any-surface-using-plane-detection-via-wikitude-sdk-0187402/..](https://next.reality.news/news/mobile-ar-apps-can-now-track-any-surface-using-plane-detection-via-wikitude-sdk-0187402/)
18. «IKEA Place augmented reality app,» [Онлайновий]. Доступ: <https://highlights.ikea.com/2017/ikea-place/>.
19. «Самые яркие AR новинки 2018 года,» [Онлайновий]. Доступ: <https://vc.ru/marketing/38764-samye-yarkie-novinki-2018-na-arkit-prilozheniya-i-igry>.
20. «Работа с геолокациями в режиме highload,» [Онлайновий]. Доступ: <https://habr.com/post/228023/>.
21. «Mapbox Overview,» [Онлайновий]. Доступ: <https://www.mapbox.com/help/how-mapbox-works-overview/>.
22. R. N. G. O. Michael Hölzl, «Analysis of Compass Sensor Accuracy on Several Mobile Devices in an Industrial Environment,» 2013. [Онлайновий]. Доступ: <https://www.michaelhoelzl.eu/files/pdfs/Hoelzl2013Eurocast.pdf>.